



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Abteilung Energiewirtschaft

Wasserkraftpotenzial der Schweiz

Abschätzung des Ausbaupotenzials der Wasserkraftnutzung im
Rahmen der Energiestrategie 2050

Juni 2012



Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00 • contact@bfe.admin.ch • www.bfe.admin.ch



Zusammenfassung

Der Bundesrat erachtet den Ausbau der Wasserkraft als wichtigen Beitrag zur künftigen Stromversorgung der Schweiz. Unter Einbezug aller relevanten Akteure (Verwaltung, Kantone, Wissenschaft, Umweltverbände und Strombranche) hat das Bundesamt für Energie (BFE) eine umfassende Potenzialanalyse durchgeführt, um die im Rahmen der Energiestrategie 2050 anvisierte Richtgrösse von 4 TWh/a für die Steigerung der Wasserkraftnutzung bis 2050 zu plausibilisieren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass der Ausbau der Wasserkraft in der Schweiz stark polarisiert. Der Konflikt entzündet sich in vielen Fällen im Zusammenhang mit ökologischen Anliegen. Es wird allerdings auch ersichtlich, dass es nicht alleine der Schutz der Umwelt ist, der dem Ausbau der Wasserkraft Schranken setzt. In der dicht besiedelten Schweiz sind die Ansprüche an die Gewässer vielfältig. Nicht zuletzt sind viele Projekte unter den heutigen Rahmenbedingungen unwirtschaftlich und werden deshalb nicht umgesetzt.

Das Ausbaupotenzial der Wasserkraftnutzung bis 2050 wurde anhand von zwei Szenarien geschätzt. Das Potenzial unter „heutigen Nutzungsbedingungen“ zeigt auf, in welchem Mass die jährliche Stromproduktion aus Wasserkraft unter den heutigen gesetzlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gesteigert werden kann. Das Potenzial unter „optimierten Nutzungsbedingungen“ setzt eine Änderung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen voraus, welche einen zusätzlichen Ausbau der Wasserkraft ermöglichen, ohne die Vorgaben der Bundesverfassung bezüglich Nachhaltigkeit und Schutz der Umwelt zu verletzen. Dafür braucht es ein klares Bekenntnis des Bundes und der Kantone zum Ausbau der einheimischen Wasserkraft, eine breite Akzeptanz in der Gesellschaft und eine stärkere Gewichtung der Nutzung bei Interessenabwägungen. Des Weiteren muss die Planung und Umsetzung von Projekten unter dem frühzeitigen und transparenten Einbezug aller betroffenen Beteiligten geschehen. Um die Wirtschaftlichkeit gewisser Projekte zu verbessern sind zusätzliche Fördermittel, insbesondere für Ausbauten von Grosswasserkraftanlagen, vorzusehen sowie Bewilligungs- und Konzessionsverfahren zu vereinfachen. Zusätzliche Potenziale werden ohne spezifische Eingriffe auch dann erschlossen, wenn die Strompreise ansteigen. Die Energieperspektiven 2050 des BFE gehen generell von steigenden Energiepreisen aus. Die Ergebnisse der Potenzialabschätzung sind in der folgenden Tabelle dargestellt (in GWh/a).

	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Neubauten Grosswasserkraft	770	1'430
Kleinwasserkraft	1'290	1'600
Aus- und Umbauten, Erweiterungen Grosswasserkraft	870	1'530
Auswirkungen GSchG	- 1'400	- 1'400
Total Wasserkraftpotenzial	1'530	3'160

Die ausgewiesenen Potenziale in den Bereichen Grosswasserkraft und Kleinwasserkraft beruhen in erster Linie auf Schätzungen der Kantone. Wo möglich, sind die Annahmen mit konkreten Projekten belegt. Im Falle von Aus- und Umbauten sowie Erweiterungen bestehender Anlagen stützen sich die Berechnungen auf bereits bestehende Studien sowie Schätzungen der Branche. Die Auswirkungen des Gewässerschutzgesetzes wurden bundesintern beurteilt. Unter Berücksichtigung der aktuellsten Forschungsergebnisse wurde davon ausgegangen, dass die Klimaänderung bis 2050 keinen Einfluss auf die mittlere jährliche Stromproduktion aus Wasserkraft haben wird.



Inhalt

1	Ausgangslage	1
1.1	Energiestrategie 2050	1
1.2	Energieperspektiven	1
1.3	Ziele und Abgrenzung	1
1.4	Potenzialbegriffe	2
2	Bestehende Grundlagen	2
2.1	Relevante Studien vor 2006	2
2.2	Energieperspektiven 2035	3
2.3	Strategie Wasserkraftnutzung Schweiz	3
2.4	Aktualisierung der Energieperspektiven 2035	3
2.5	Zusätzliche Studien zum Potenzial aus Kleinwasserkraft	4
3	Datenerhebung	4
4	Rückmeldungen	5
4.1	Allgemeine Rückmeldungen	5
4.2	Hemmnisse beim Ausbau der Wasserkraft und Vorschläge zu deren Überwindung	6
4.3	Verfahren und Bewilligungskompetenzen	7
5	Potenzialabschätzung	8
5.1	Einleitung	8
5.2	Grosswasserkraft	8
5.3	Kleinwasserkraft	9
5.4	Um- und Ausbauten Grosswasserkraft	10
5.5	Auswirkungen des Gewässerschutzgesetzes	11
5.6	Klimawandel und Wasserkraft	13
5.7	Die Potenziale im Überblick	14
6	Fazit	14
7	Literatur	15
	Anhang 1: Detaillierte Rückmeldungen zu Hemmnissen und Vorschläge zu deren Überwindung	17
	Anhang 2: Projektliste Grosswasserkraft	21
	Anhang 3: Potenziale Kleinwasserkraft nach Kanton	22



1 Ausgangslage

1.1 Energiestrategie 2050

Der Bundesrat will in der Schweiz weiterhin eine hohe Stromversorgungssicherheit garantieren, mittelfristig jedoch ohne Kernenergie. Das hat er am 25. Mai 2011 beschlossen. Die bestehenden Kernkraftwerke sollen am Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer stillgelegt und nicht durch neue Kernkraftwerke ersetzt werden. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, setzt der Bundesrat im Rahmen der neuen Energiestrategie 2050 auf verstärkte Einsparungen (Energieeffizienz), den Ausbau der Wasserkraft und der neuen erneuerbaren Energien sowie wenn nötig auf fossile Stromproduktion (Wärme- und Gaskombikraftwerke) und Importe. Zudem sollen die Stromnetze rasch ausgebaut und die Energieforschung verstärkt werden. Das Bundesamt für Energie (BFE) wurde beauftragt, die Energiestrategie 2050 entsprechend den beschlossenen Vorgaben auszuarbeiten und dem Bundesrat im Sommer 2012 einen Bericht über die dazu gehörenden Massnahmen, Wirkungen und Kosten sowie über die Finanzierungsmöglichkeiten zu unterbreiten. Im Herbst 2012 soll eine entsprechende Vorlage in die Vernehmlassung geschickt werden.

Im Zusammenhang mit der Neuorientierung der schweizerischen Energiepolitik hat der Bundesrat für den Ausbau der Wasserkraft eine Richtgrösse von 4 TWh/a bis 2050 formuliert. Ein Nichterreichen dieses Ziels würde bei gegebener Nachfrage bedeuten, dass stärker auf andere Energieformen oder auf Importe zurückgegriffen werden muss.

1.2 Energieperspektiven

Um dem Bundesrat eine Entscheidung über die grundsätzliche Position zur Energiepolitik zu ermöglichen, wurden die Energieperspektiven 2035 im Frühjahr 2011 einer Aktualisierung unterzogen. Dabei wurde angenommen, dass die Stromproduktion aus Lauf- und Speicherkraftwerken bis 2050 um insgesamt 4 TWh/a erhöht werden kann.¹ Die Herleitung dieses Ausbaupotenzials ist in einem Faktenblatt beschrieben, welches das BFE am 10. Juni 2011 veröffentlicht hat.² Eine umfassende Anpassung der Perspektiven-Modelle sowie eine Plausibilisierung aller Inputs ist im Rahmen des Aussprachepapiers an den Bundesrat im Frühling 2012 erfolgt.

1.3 Ziele und Abgrenzung

Der Ausbau der Wasserkraftnutzung ist ein Schwerpunkt der Energiestrategie 2050. Um die vom Bundesrat postulierte Richtgrösse von 4 TWh/a zu plausibilisieren, wurde vom BFE die vorliegende Potenzialstudie durchgeführt. Die Ergebnisse fliessen in die Energieperspektiven ein.

Der vorliegende Bericht legt dar, in welchem Mass die jährliche Stromproduktion aus einheimischer Wasserkraft bis 2050 gesteigert werden kann. Dabei soll ermittelt werden, in welcher Bandbreite sich das Ausbaupotenzial bewegt. Das bei bestehenden Nutzungsbedingungen realisierbare Potenzial stellt die untere Grenze dieser Bandbreite dar. Die obere Grenze entspricht dem nachhaltigen, ökologisch vertretbaren Potenzial unter optimierten Nutzungsbedingungen. Es soll erklärt werden, welche Faktoren (wirtschaftliche, ökologische, raumplanerische, gesellschaftliche oder andere) ausschlaggebend sind, um dieses Potenzial erschliessen zu können. Bezüglich der Anpassung der Rahmenbedingungen werden explizit keine Handlungsempfehlungen abgegeben, sondern lediglich die beschriebenen Ausbaupotenziale mit den zugrunde gelegten Nutzungsbedingungen verknüpft. Als zeitlicher Ansatzpunkt für die Potenzialabschätzung dient der 1. Januar 2012 – die zu diesem Zeitpunkt bereits in der Statistik erfassten Produktionskapazitäten (mittlere Produktionserwartung: 35.8 TWh/a³)

¹ Prognos (2011). Die Produktion aus neuen Pumpspeichieranlagen wurde auf 6 TWh/a geschätzt.

² BFE (2011).

³ Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz, Stand 1. Januar 2012.



sind nicht berücksichtigt. Die erhobenen Ausbaupotenziale beziehen sich auf das Jahr 2050. Auf eine zeitliche Staffelung wird verzichtet. Der Produktionszuwachs aus dem reinen Umwälzbetrieb wird in diesem Bericht nicht behandelt, da Pumpspeicherwerke über das hydrologische Jahr betrachtet mehr Elektrizität verbrauchen als sie produzieren. Ebenfalls nicht beachtet werden Speichererweiterungen zur saisonalen Umlagerung, soweit sie nicht mit einem jährlichen Produktionszuwachs verbunden sind. Die grosse Bedeutung, welche diesen Werken im Rahmen der Energiestrategie 2050 zukommt, sei hier dennoch hervorgehoben.⁴

Es gilt zu beachten, dass der Staat lediglich die Rahmenbedingungen für die Elektrizitätsversorgung vorgibt. Die Realisierung von Kraftwerken an geeigneten Standorten ist Sache der Stromwirtschaft. Obwohl das Potenzial soweit möglich mit konkreten Projekten und Zahlen belegt wird, stehen die Einzelprojekte nicht im Vordergrund.

1.4 Potenzialbegriffe

Im Rahmen dieser Studie wird folgende Definition der Potenzialbegriffe verwendet⁵: Das *theoretische Potenzial* entspricht dem gesamten physikalischen Angebot eines erneuerbaren Energieträgers im betrachteten Untersuchungsgebiet, ohne die tatsächlichen nutzungsbedingten Beschränkungen zu berücksichtigen. Das *technische Potenzial* ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Das *erwartete Potenzial* ist der Anteil des technischen Potenzials, welcher den Kriterien „ökonomisch“, „ökologisch“ und „sozial akzeptiert“ genügt. Im vorliegenden Bericht wird das erwartete Potenzial geschätzt.

2 Bestehende Grundlagen

2.1 Relevante Studien vor 2006

In einer Studie, welche bis dato häufig zitiert wird, beurteilten Broggi und Reith im Jahr 1984 vierzig Wasserkraftprojekte aus Sicht des Natur- und Heimatschutzes.⁶ Eine der Arbeiten, welche die Untersuchungen von Broggi und Reith berücksichtigt, ist diejenige von Elektrowatt aus dem Jahr 1987.⁷ Sie prognostiziert eine Bandbreite der erwarteten Produktionszunahme aus Wasserkraft von rund 4 bis 6 TWh/a im Zeitraum von 1985 (damalige mittlere Produktionserwartung: 32 TWh/a) bis 2025. Neben der erwähnten Zusammenstellung von Broggi und Reith basieren die Abschätzungen auf Elektrowatt-internen Projektlisten. Im Bereich der Kleinwasserkraft (Anlagen kleiner 10 MW) haben Desserich + Funk 1987 das zusätzliche Potenzial unter Berücksichtigung der ökologischen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen untersucht.⁸ Ihre Studie kommt zum Schluss, dass die Produktion von 1985 bis 2025 um 1.2 bis 2 TWh/a gesteigert werden kann, wobei eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz angenommen wird und der Umfang des Ausbaus in erster Linie von der finanziellen Förderung abhängt. Laufer et al. (Elektrowatt-Ekono) schätzten 2004 im Auftrag des BFE die Potenziale der Wasserkraftnutzung bis 2050 detailliert ab.⁹ Zur Ermittlung des technischen Potenzials aus Neubauten (5.5 TWh/a) flossen die Projektlisten von Elektrowatt (1987) ein. Die Produktionserhöhung aus Um- und Ausbauten wurde auf Basis einer separaten Analyse auf 2.1 TWh/a geschätzt. Die maximal mögliche Produktion aus Wasserkraft, welche sich aufgrund von technischen Überlegungen, unabhängig

⁴ Die Vorzüge der Speicherkraftwerke liegen insbesondere in ihrem Beitrag an die Versorgungssicherheit im Winter, in der kurzfristigen Umlagerung mittels Pumpspeicherung sowie generell in der Flexibilität der Produktion. Die zeitliche Verfügbarkeit der Wasserkraft wird in diesem Bericht ausgeblendet.

⁵ Vgl. BFE (2007b).

⁶ Broggi und Reith (1984).

⁷ Elektrowatt (1987). Weitere Studien aus diesem Zeitraum sind SWV (1987), KOWA (1993) und SGS (1996).

⁸ Desserich + Funk (1987).

⁹ Laufer et al. (2004).



von politischen, umweltpolitischen und finanziellen Aspekten ergab, beläuft sich demnach auf 42.5 TWh/a (34.9 TWh/a mittlere Produktionserwartung 2004 plus 7.6 TWh/a zusätzliches Potenzial). Ausgehend von diesen Resultaten wurde mittels einer Treiberanalyse sowie der Definition von Szenarien der erwartete Ausbau prognostiziert. Unter Berücksichtigung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ergab sich bis 2050 eine Zunahme der Produktion von 1.9 TWh/a im Szenario „Negative Entwicklung“, 3.6 TWh/a im Szenario „Referenzfall“, resp. 5.4 TWh/a im Szenario „Positive Entwicklung“, jeweils ausgehend von 34.9 TWh/a bestehender Produktionserwartung im Jahr 2004. Die Auswirkungen des Gewässerschutzgesetzes (vgl. Kapitel 5.5) und die Folgen des Klimawandels sind in dieser Schätzung nicht inbegriffen.

2.2 Energieperspektiven 2035

Im Rahmen der Energieperspektiven 2035 hat das BFE im Jahr 2007 das Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 2035 mit Hilfe von Annahmen über die Realisierungswahrscheinlichkeit einzelner Grosswasserkraftprojekte neu eingeschätzt.¹⁰ Bezüglich Ausrüstungsersatz, Gefällserhöhungen, Ausbaggerungen, Umbauten und Erweiterungen wurde das von Laufer et al. (2004) berechnete technische Ausbaupotenzial von 2.1 TWh/a übernommen. Aus neuen Grosswasserkraftprojekten ergab sich unter Zuhilfenahme der Untersuchungen von Laufer et al. (2004) sowie der aktualisierten Projektliste aus Broggi und Reith (1984) ein Potenzial von 1.1 bis 1.8 TWh/a. Das Potenzial aus Kleinwasserkraft wurde anhand der Studie von Desserich + Funk (1987) auf 1.1 TWh/a geschätzt. Unter Berücksichtigung der Verluste aufgrund der Restwasserbestimmungen nach Gewässerschutzgesetz (minus 0.9 TWh/a) ergab sich für die Arbeiten im Rahmen der Energieperspektiven 2035 ein erwartetes Potenzial von 3.4 bis 4.1 TWh/a (mittlere Produktionserwartung 2007: 35.3 TWh/a). Die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung wurden in den obigen Resultatennicht berücksichtigt.

2.3 Strategie Wasserkraftnutzung Schweiz

Im März 2008 hat das BFE eine Strategie für die Wasserkraftnutzung in der Schweiz formuliert.¹¹ Die dazugehörige Grundlagenstudie der Beratungsfirma econcept stammt aus dem Jahr 2006.¹² Hinsichtlich der Potenziale hat econcept die Ergebnisse aus der Studie von Laufer et al. (2004) übernommen und diese u. a. mit Angaben aus den Energieperspektiven 2035 ergänzt.

2.4 Aktualisierung der Energieperspektiven 2035

Im Zusammenhang mit der Überarbeitung der bundesrätlichen Energiestrategie im Frühling 2011 hat das BFE das Potenzial der Wasserkraft unter veränderten Rahmenbedingungen neu eingeschätzt. Grundlagen für die Abschätzung des erwarteten Potenzials bildeten die Dokumente, welche im Rahmen der Energieperspektiven 2035 erarbeitet und verwendet wurden. Das BFE hat die Ergebnisse am 10. Juni 2011 in einem Faktenblatt publiziert.¹³

Das in den Energieperspektiven 2035 angenommene Potenzial aus Ausrüstungsersatz, Erneuerungen und Umbauten bestehender Anlagen (2.1 TWh/a) wurde unter Annahme von nutzungsfreundlicheren Bedingungen auf 2.4 TWh/a geschätzt. Die Bewertung des Potenzials aus Grosswasserkraft erfolgte wie bei den Energieperspektiven 2035 mit Hilfe der Projektliste von Broggi und Reith (1984), wobei sich mittels einer Neueinschätzung der Realisierungswahrscheinlichkeiten ein Potenzial von 2 TWh/a bis 2050 ergab. Dieses wurde ergänzt durch das Potenzial aus Projekten in heutigen

¹⁰ BFE (2007b).

¹¹ BFE (2008).

¹² Econcept (2006).

¹³ BFE (2011).



VAEW¹⁴-Gebieten (0.4 TWh/a). In der Summe ergab sich für Grosswasserkraft-Neubauten ein Potenzial von 2.4 TWh/a. Das Potenzial aus Kleinwasserkraft wurde anhand der aktuellen KEV¹⁵-Anmeldeliste auf 1.9 TWh/a geschätzt. Die Produktionseinbussen infolge der Mindestrestwasservorschriften sowie des Klimawandels schlugen mit minus 0.7 TWh/a, resp. minus 2 TWh/a zu Buche. In der Summe ergab sich für die Aktualisierung der Energieperspektiven ein Ausbaupotenzial der Wasserkraft von rund 4 TWh/a bis 2050.

2.5 Zusätzliche Studien zum Potenzial aus Kleinwasserkraft

Eine Studie des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) ermittelte 2005, aufbauend auf den Potenzialabschätzungen von Elektrowatt (1987), ein aus wirtschaftlicher Sicht realistisches Ausbaupotenzial aus Kleinwasserkraft von 2.2 TWh/a.¹⁶ Einschränkungen aufgrund ökologischer Schutzbestimmungen wurden nicht beachtet.

Im Jahr 2010 hat das Ingenieur- und Planungsbüro Ernst Basler + Partner im Auftrag des WWF Schweiz die ökologische Eignung von Kleinwasserkraftwerk-Projekten untersucht.¹⁷ Dazu wurde eine Projektliste des WWF grob nach ökologischen Standortkriterien beurteilt und eine Hochrechnung auf alle bei der KEV angemeldeten Projekte vorgenommen. Die Summe der erwarteten Produktion aller angemeldeten KEV-Projekte (2.4 TWh/a) wurde aus ökologischer Sicht wie folgt beurteilt: 1.0 TWh/a sind „wahrscheinlich geeignet“, 0.5 TWh/a „eher ungeeignet“ und 0.9 TWh/a „höchstwahrscheinlich ungeeignet“.

Zurzeit ist im Auftrag des BFE ein Forschungsprojekt im Gange, welches mittels GIS¹⁸-gestützter Analysen eine Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials anstrebt.¹⁹ Das erste Teilprojekt mit Resultaten zum theoretischen hydroelektrischen Potenzial wird voraussichtlich im Verlauf des Jahres 2012 publiziert. Im Anschluss soll die Potenzialabschätzung mit einer Bewertung durch ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Kriterien ergänzt werden.

3 Datenerhebung

Ausgehend von der im Faktenblatt am 10. Juni 2011 veröffentlichten Abschätzung des Wasserkraftpotenzials (4 TWh/a) hat das BFE unter Einbezug aller relevanten Gruppen eine umfassende Potenzialanalyse durchgeführt. Um die ursprüngliche Liste der Kraftwerke zu aktualisieren, fand von September bis Oktober 2011 eine schriftliche Umfrage bei den Energiefachstellen der Kantone statt. Anhand der aktualisierten Kraftwerksliste wurden anschliessend die Umweltfachstellen der Kantone (inkl. der Fachstellen für Natur- und Landschaftsschutz, Naturgefahrenprävention und Wasserbau) befragt. Parallel dazu fand am 15. November 2011 ein Experten-Workshop statt, an welchem sich Vertreter der Wissenschaft, Kantone, Verwaltung, Umweltverbände und Strombranche eingebracht haben. Der Bedeutung des Themas entsprechend wurde entschieden, eine vertiefende schriftliche Umfrage zu lancieren, welche vom Dezember 2011 bis Januar 2012 bei den Kraftwerksbetreibern (über den Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband SWV, Kommission Hydrosuisse), bei den Kantonen (koordinierte Umfrage Energie- und Umweltfachstellen) und bei den Workshop-Teilnehmern durchgeführt

¹⁴ Verordnung über die Abgeltung von Einbussen bei der Wasserkraftnutzung (VAEW): Die Verordnung enthält genaue Vorschriften über die Voraussetzungen, die einen Anspruch auf Ausgleichsbeiträge wegen des Verzichts auf Wasserkraftnutzung zu Gunsten der Erhaltung von national bedeutenden Landschaften begründen. Diese Beiträge sind an vertraglich vereinbarte Schutzziele geknüpft und werden jährlich ausgerichtet.

¹⁵ Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV): Förderinstrument für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien (in Kraft seit dem 1. Januar 2009).

¹⁶ Hirschberg et al. (2005).

¹⁷ Ernst Basler + Partner (2010).

¹⁸ Geographisches Informationssystem.

¹⁹ Hemund (2009).



wurde. Die vertiefende Umfrage beschränkte sich bei den Kantonen auf das Thema Kleinwasserkraft, deren Potenzial insbesondere anhand einer Liste mit den angemeldeten KEV-Projekten im Kantonsgebiet eingeschätzt wurde. Die Workshop-Teilnehmer und die Kraftwerksbetreiber wurden zu den Themen Grosswasserkraft, Kleinwasserkraft sowie zu Um- und Ausbauten befragt. Zusätzlich hat das BFE persönliche Interviews mit Fachstellen-Vertretern ausgewählter Kantone (St. Gallen, Graubünden, Wallis, Bern) zu Grosswasserkraft durchgeführt. Zum selben Thema nahm das BFE telefonisch Rücksprache mit den Kantonen Uri, Waadt, Tessin und Genf.

Insgesamt wurden im Rahmen der diversen Umfragen 42 Adressaten angeschrieben. Davon haben 34 mindestens eine Stellungnahme abgegeben. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Befragten und die Rückmeldungen.

	Befragungen	Rückmeldungen
Kantone	26	25
Konferenzen der Kantone	3	0
Umwelt- und Landschaftschutzverbände	4	4
Branchenverbände	2	1
Forschungsinstitute	4	2
Planungs- und Beratungsbüros	2	1
Übrige	1	1
Total	42	34

Tabelle 1 – Teilnahme an den schriftlichen Umfragen

Die Resultate der verschiedenen schriftlichen Umfragen und der Interviews sowie die Erkenntnisse aus der Diskussion im Workshop vom 15. November 2011 sind in den vorliegenden Bericht eingeflossen. Eine Zusammenfassung der qualitativen Rückmeldungen wird im Kapitel 4, eine quantitative Auswertung der Ergebnisse im Kapitel 5 präsentiert.

4 Rückmeldungen

4.1 Allgemeine Rückmeldungen

Die Umfrageergebnisse machen deutlich, dass der Ausbau der Wasserkraft in der Schweiz stark polarisiert. Der Konflikt entzündet sich in vielen Fällen im Zusammenhang mit ökologischen Anliegen. Es wird allerdings auch ersichtlich, dass es nicht alleine der Schutz der Umwelt ist, der dem Ausbau der Wasserkraft Schranken setzt. In der dicht besiedelten Schweiz bestehen vielfältige Ansprüche an die Gewässer. Nicht zuletzt sind viele Projekte unter den heutigen Rahmenbedingungen unwirtschaftlich und werden deshalb nicht umgesetzt.

Aus Sicht der Kraftwerksbetreiber ist der umweltverträgliche und wirtschaftlich vertretbare Ausbau der Wasserkraft grundsätzlich (und angesichts der Alternativen) zu begrüssen. Die Wasserkraft sei eine sehr effiziente und insgesamt die umweltschonendste Form der Stromproduktion und für die Versorgungssicherheit der Schweiz von zentraler Bedeutung. Durch den mittelfristigen Wegfall der Kernenergie und den forcierten Ausbau der Produktion aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen sei ein Ausbau der Wasserkraftnutzung mehr denn je gefragt. Die Wasserkraft ermögliche zudem mit den Speicherseen die saisonale Umlagerung in die Wintermonate und trage mit ihren flexibel zu- und abschaltbaren Kraftwerken massgeblich zur Deckung der steigenden Verbrauchsspitzen sowie zur Netzstabilität bei.



Aus Schutzsicht wird hervorgehoben, dass die Wasserkraftnutzung in der Schweiz seit über hundert Jahren stetig zugenommen habe und die Bäche bereits zu 90% genutzt würden. Ein zusätzlicher Ausbau bedeute Eingriffe in unbelastete Fließgewässer und den weiteren Verlust von Biodiversität. Ein „Totalausbau“ der Wasserkraft auf Kosten der Umwelt wird klar abgelehnt. Auch müsse man von der Idee abkommen, Kernenergie könne durch Wasserkraft ersetzt werden. Die neue Energiestrategie solle nicht auf eine Erhöhung der Produktion, sondern in erster Linie auf eine Senkung der Nachfrage im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft abzielen.

Die Kantone äussern geringe Bereitschaft zur Änderung des bestehenden Schutz-Nutzungs-Kompromisses auf Gesetzesebene. Die heutigen gesetzlichen Rahmenbedingungen werden abgesehen von punktuellen Verbesserungsmöglichkeiten für ausgewogen befunden. Zudem bestehen Zweifel, ob sich durch die Aufweichung von bestehenden Schutzregelungen bedeutende Potenziale freisetzen lassen.

4.2 Hemmnisse beim Ausbau der Wasserkraft und Vorschläge zu deren Überwindung

Wie bereits angetönt sind es nicht nur ökologische, sondern auch wirtschaftliche, raumplanerische und gesellschaftliche Aspekte, die dem Ausbau der Wasserkraft in der Schweiz Grenzen setzen. Nebst der Stromproduktion bestehen weitere Interessen wie Landschafts-, Natur-, Denkmal- und Heimatschutz, aber auch Fischerei, Tourismus, Landwirtschaft, Hochwasserschutz und Trinkwasserversorgung, welche alle einen Anspruch an die Nutzung, resp. an den Schutz der Gewässer stellen. In diesem Kapitel werden die meistgenannten Hemmnisse für den Ausbau der Wasserkraftnutzung und Vorschläge zu deren Überwindung zusammengefasst. Eine vollständige Auflistung findet sich im Anhang 1.

Die ökologischen Hemmnisse sind stark mit Werthaltungen verbunden. Zahlreiche Befragte stellen zum Beispiel fest, dass den Schutzinteressen bei Interessenabwägungen, speziell im Bereich der Grosswasserkraft, ein sehr hohes Gewicht beigemessen werde. Projekte in Schutzgebieten (insbesondere in BLN²⁰- und UNESCO²¹-Gebieten) würden ausserdem oft ohne eine Abwägung der Interessen kategorisch ausgeschlossen und Kleinwasserkraftprojekten werde aufgrund des geringen Beitrags der einzelnen Anlage zur Gesamtproduktion ein nationales Interesse in der Regel a priori abgesprochen. Um den Aspekt der Stromversorgung in der Interessenabwägung stärker zu gewichten, wird vorgeschlagen, der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien ein nationales Interesse beizumessen. Nebst dem Interesse der Versorgungssicherheit und der Wirtschaftlichkeit müsse als ökologisches Argument für die Wasserkraft auch der Klimaschutz einfließen. Um die Opposition gegen Kleinwasserkraftprojekte bereits während der Vorprojektphase zu reduzieren, solle eine Filterung nach Machbarkeitskriterien und ein früher Einbezug der interessierten Kreise stattfinden. Im Idealfall geschehe diese Koordination mittels einer integralen Planung über das Kantons- oder Einzugsgebiet mit expliziter (evtl. auch richtplanerischer) Festlegung, welche Gewässerstrecken für Wasserkraftvorhaben genutzt und welche langfristig geschützt werden sollen.

Viele Befragte bemängeln ganz allgemein die fehlende Akzeptanz der Wasserkraft in der Gesellschaft und vermissen den politischen Willen zu deren Ausbau. Eine breite Debatte über die Rolle der Wasserkraft für die Energieversorgung sei bisher nicht geführt worden. Die bestehenden Fronten zwischen Schutz- und Nutzungsinteressen hätten eine sachliche Diskussion bisher verhindert. Von verschiedenen Seiten wird eine transparentere, faktenbasierte Debatte anstelle von Lobbying und emotionalen

²⁰ Das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) macht mit seinen 162 Objekten 19% der Schweizer Landesfläche aus. Das Ziel des BLN ist der Schutz und die Pflege der landschaftlichen Vielfalt und Eigenart.

²¹ Die Welterbe-Liste der UNESCO ist ein Instrument des Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturgutes der Welt. Die Schweiz besitzt derzeit drei UNESCO-Weltkulturerbe-Gebiete: Jungfrau/Aletsch, Monte San Giorgio, Tektonikarena Sardona.



Diskussionen gefordert. Ausserdem wird angeregt, dass der Bund im Falle von eigentums- und konzessionsrechtlichen sowie energiewirtschaftlichen Koordinationsproblemen eine Rolle übernehmen solle, um vorhandene Blockaden zu lösen.

Unter den bestehenden Rahmenbedingungen sind viele Potenziale nicht wirtschaftlich. Die grundlegenden Komponenten bei der Bestimmung der Wirtschaftlichkeit sind die Stromgestehungskosten, die Strompreise und die staatliche Förderung. In den Rückmeldungen wurden in erster Linie die Fördermöglichkeiten diskutiert. Die bestehende Förderung über die KEV ist aus Effizienzsicht bei vielen Umfrageteilnehmern umstritten, da Projekte unabhängig von den Gestehungskosten unterstützt werden. Als Kostentreiber werden insbesondere bei Kleinwasserkraftwerken die ökologischen Anforderungen an die Projekte, die Länge der Verfahren im Rahmen der KEV und hohe Forderungen von Grundeigentümern genannt. Im Zusammenhang mit Um- und Ausbauten werden als entscheidende Investitionshemmnisse die Regelung des Heimfalls, die kurzen Restlaufzeiten von Konzessionen und der Umgang mit Anlagerestwerten erwähnt. Diesbezügliche faire Regeln seien Voraussetzung für den Um- und Ausbau bestehender Anlagen.

Zur Verbesserung des bestehenden KEV-Systems liegen diverse Vorschläge vor, wie zum Beispiel eine Leistungsuntergrenze von 300 kW zur Entlastung von Umwelt und Behörden, die Einführung eines Gesamtwirkungsgrades als Qualitätskriterium oder die Professionalisierung der Anmeldeverfahren, um die Qualität der Eingaben zu steigern. Eine Anhebung der KEV-Sätze könnte zusätzliche Potenziale freisetzen, oder – falls die zusätzlichen Fördermittel zur Finanzierung ökologischer Massnahmen eingesetzt würden – die Realisierungswahrscheinlichkeit der angemeldeten Projekte erhöhen. Ein anderer Vorschlag sieht die Ausweitung der Fördergelder auf die Erneuerung bestehender Anlagen mit einer Leistung grösser 10 MW vor. Dies verbessere die Effizienz des Fördersystems, ausserdem sei die Unterstützung von Um- und Ausbauten aus ökologischer Sicht wenig problematisch.

4.3 Verfahren und Bewilligungskompetenzen

Auf breiter Front wird von Kantonen, Wissenschaft und Branchenvertretern die Beschleunigung und Straffung von Bewilligungs- und Konzessionsverfahren gefordert. Vor allem von Seiten der Kantone wird bemängelt, dass kantonale Behörden, das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und die Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK) vielfach dieselben Aufgaben übernehmen. Neben diesen Doppelspurigkeiten bestünden grosse Unterschiede und Unklarheiten bei den kantonalen Regelungen bezüglich Gebühren, Konzessionsvergaben und Heimfallentschädigungen. Die Überwindung dieser Hemmnisse lässt sich nicht direkt in zusätzliche Potenziale umrechnen. Auf das Thema wird deshalb in diesem Bericht nicht näher eingegangen. Eine vollständige Aufzählung der Hemmnisse und Vorschläge findet sich im Anhang 1.



5 Potenzialabschätzung

5.1 Einleitung

Das Ausbaupotenzial der Wasserkraftnutzung wird anhand von zwei Szenarien geschätzt. Einerseits soll aufgezeigt werden, in welchem Mass die jährliche Stromproduktion aus einheimischer Wasserkraft bis 2050 unter den heutigen gesetzlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gesteigert werden kann. Diesem Potenzial unter „heutigen Nutzungsbedingungen“ wird ein Potenzial unter „optimierten Nutzungsbedingungen“ gegenübergestellt. Auch im zweiten Fall wird kein Totalausbau der Wasserkraft angestrebt. Unter optimierten Nutzungsbedingungen versteht das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) Änderungen der bestehenden Rahmenbedingungen, welche einen zusätzlichen, moderaten Ausbau der Wasserkraft ermöglichen, ohne die Vorgaben der Bundesverfassung bezüglich Nachhaltigkeit und Schutz der Umwelt zu verletzen. Beim Potenzial unter optimierten Nutzungsbedingungen wird deshalb eine Lockerung der heutigen Umwelt- und Gewässerschutzbestimmungen ausgeschlossen. Ausserdem werden die bestehenden Perimeter der Schutzgebiete und deren Schutzziele nicht angetastet.²² Die Ausschöpfung zusätzlicher Potenziale soll vielmehr über die Anpassung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen geschehen.

Konkret bedeutet dies, dass die Notwendigkeit zusätzlicher Stromproduktion aus Wasserkraft in der Gesellschaft breit akzeptiert sein muss. Dafür braucht es in erster Linie ein klares Bekenntnis des Bundes zur Nutzung der einheimischen Wasserkraft. Unter anderem muss geprüft werden, in welchen Fällen der Nutzung der Wasserkraft ein nationales Interesse zuzumessen ist und ob und gegebenenfalls wie dies gesetzgeberisch zu verankern ist. Die Vorteile der Wasserkraft gegenüber alternativen Arten der Stromproduktion sind hervorzuheben. Bund und Kantone müssen sich vermehrt für die Anliegen der Wasserkraftnutzung einsetzen und in Interessenabwägungen der Wasserkraft grösseres Gewicht beimessen. Dies bedeutet keineswegs, dass der Wasserkraftnutzung in allen Fällen Priorität eingeräumt wird. Des Weiteren soll die Planung und Umsetzung von Projekten unter dem frühzeitigen und transparenten Einbezug aller betroffenen Beteiligten geschehen. Damit können Reibungsverluste infolge Einsprachen und Gerichtsfällen vermieden werden. Insbesondere bei der Kleinwasserkraft müssen die bestehenden Fronten aufgebrochen und vermehrt Kompromisse zwischen Schutz- und Nutzungsinteressen geschlossen werden. Am effektivsten geschieht dies im Rahmen einer umfassenden integralen Planung auf Kantonsebene, welche die verschiedenen Interessenvertreter frühzeitig in den Prozess einbindet. Zusätzliche Fördermittel bei Kleinwasserkraftwerken, aber auch bei Ausbauten von Grosswasserkraftanlagen (z. B. Stollenaufweitungen) vermögen weitere Potenziale auszulösen. Es ist denkbar, dass die finanzielle Förderung an bestimmte Umweltkriterien gebunden wird, um diesbezügliche Konflikte zu entschärfen. Als flankierende Bedingungen für einen verstärkten Ausbau der Wasserkraftnutzung müssen die bestehenden Bewilligungs- und Konzessionsverfahren vereinfacht und die Problematik des Heimfalls gelöst werden. Zusätzliche Potenziale werden ohne spezifische Eingriffe auch dann erschlossen, wenn die Strompreise ansteigen. Die Energieperspektiven 2050 des BFE gehen generell von steigenden Energiepreisen aus.

5.2 Grosswasserkraft

Das Potenzial aus neuen Grosswasserkraftwerken ist umstritten. Der SWV schätzt die zusätzlich mögliche Produktion auf rund 2'000 GWh/a, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass der politische Wille zur Nutzung vorhanden ist. Umwelt- und Landschaftsschutzverbände auf der anderen Seite ge-

²² Dazu gehören auch diejenigen Gebiete, welche gemäss der Verordnung über die Abgeltung von Einbussen bei der Wasserkraftnutzung (VAEW) unter Schutz gestellt wurden. Einzige Ausnahme ist das VAEW-Gebiet Oberaletsch, über dessen Schutzstatus bereits diskutiert wird.



hen davon aus, dass ein Ausbau von maximal 700 GWh/a realistisch ist. Gemäss der Einschätzung der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)²³ ist ein Ausbau von 1'400 GWh/a möglich.

Im Rahmen dieser Studie ist eine detaillierte Abschätzung des Potenzials aus Grosswasserkraft anhand von konkreten Projekten erfolgt. Die verwendete Liste umfasst 21 potenzielle Neubauprojekte mit einer Leistung grösser 10 MW (siehe Anhang 2). In mehreren Interviews mit den betroffenen Kantonen wurden diese Projekte bezüglich ihrer Realisierungswahrscheinlichkeit vertieft beurteilt. Das Produkt aus der erwarteten Jahresproduktion und der Realisierungswahrscheinlichkeit ergibt für jedes Projekt einen Erwartungswert. Die Summe aller Erwartungswerte führt zum Gesamtpotenzial aus neuen Grosswasserkraftwerken. Unter heutigen Nutzungsbedingungen beträgt dieses rund 770 GWh/a bis 2050.

Für das Potenzial unter optimierten Nutzungsbedingungen wurde unter Berücksichtigung aller Rückmeldungen die Realisierungswahrscheinlichkeit bestimmter Projekte um 25 Prozentpunkte angehoben und zwar a) bei Projekten, welche entweder aus wirtschaftlichen Gründen nicht realisiert werden oder in Schutzgebieten liegen, in denen eine Interessenabwägung möglich ist, b) bei Projekten, deren Realisierung als „unwahrscheinlich“ (0%) eingestuft wird und die ausserdem nicht durch unlösbare Interessenkonflikte blockiert sind, und c) bei Projekten mit einer Realisierungswahrscheinlichkeit von 75%. Unter optimierten Nutzungsbedingungen wird des Weiteren angenommen, dass zusätzliche, heute noch nicht diskutierte Projekte realisiert werden können. Der SWV schätzt das Potenzial aus diesen nicht näher spezifizierten Vorhaben auf 1'000 bis 1'500 GWh/a. Da diese Projekte umstritten sein dürften, wird vermutet, dass auch unter optimierten Nutzungsbedingungen nur knapp ein Viertel dieser Projekte tatsächlich umgesetzt werden kann (250 GWh/a). Insgesamt ergibt sich damit bis 2050 ein Potenzial unter optimierten Nutzungsbedingungen von rund 1'430 GWh/a.

Tabelle 2 fasst die Potenziale aus neuen Grosswasserkraftwerken bis 2050 zusammen (in GWh/a).

	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Neubauten Grosswasserkraft	770	1'180
Nicht weiter spezifizierte Projekte	0	250
Total Grosswasserkraft	770	1'430

Tabelle 2 – Potenzial Neubauten Grosswasserkraft in GWh/a

5.3 Kleinwasserkraft

Die unter Kleinwasserkraft erfassten Potenziale umfassen Neubauten, Erneuerungen und Erweiterungen von Anlagen mit einer Leistung kleiner 10 MW an Fliessgewässern und in bestehenden Infrastrukturen. Insbesondere der Neubau von Kleinwasserkraftwerken an bisher unberührten Gewässerstrecken ist umstritten. Aus Sicht der Umweltschutzverbände beschränkt sich das Potenzial von zusätzlicher Stromproduktion aus Kleinwasserkraft bis 2050 auf 700 bis 1'000 GWh/a. Der SWV beziffert das Potenzial auf 1'000 bis 2'000 GWh/a. Die Einschätzung der EPFL²⁴ geht von 1'000 bis 1'400 GWh/a aus.

Im Rahmen dieser Studie wurde eine vertiefte Umfrage bei den betroffenen Fachstellen der Kantone durchgeführt, um detaillierte Angaben zum Potenzial aus Kleinwasserkraft zu erhalten. Viele Rückmeldungen stützen sich auf die aktuelle KEV-Anmeldeliste, welche der Umfrage kantonsweise beige-

²³ Rückmeldung von Prof. Dr. Anton Schleiss (EPFL).

²⁴ Rückmeldung von Nicolas Crettenand (EPFL) und Prof. Dr. Anton Schleiss (EPFL).



legt wurde. In einigen Fällen verwendeten die Kantone die KEV-Daten dazu, eigene Projektlisten oder Potenzialabschätzungen zu plausibilisieren. Die Rückmeldungen zeugen insgesamt von einer sorgfältigen Einschätzung des vorhandenen Kleinwasserkraftpotenzials auf Kantonsgebiet.

Für die Erhebung des Ausbaupotenzials unter den heutigen Nutzungsbedingungen konnten grösstenteils die Schätzungen der Kantone verwendet werden. Wo weitere Angaben erforderlich waren, wurden frühere kantonale Publikationen sowie die Daten aus der KEV-Anmeldeliste herangezogen. Insgesamt ergibt sich aus diesem Vorgehen unter heutigen Nutzungsbedingungen bis 2050 ein Potenzial aus Kleinwasserkraft von 1'290 GWh/a.

Auch für die Berechnung des Potenzials unter optimierten Nutzungsbedingungen konnte in den meisten Fällen auf die Rückmeldungen der Kantone zurückgegriffen werden. Wo keine spezifischen Angaben vorhanden waren, wurden frühere Publikationen und die KEV-Anmeldeliste zu Rate gezogen. Bei Kantonen, in denen die Abschätzung auf einer integralen Planung beruht, wurde angenommen, dass das Potenzial auch unter geänderten Bedingungen kaum mehr gesteigert werden kann. Gesamthaft ergibt sich unter optimierten Nutzungsbedingungen bis 2050 ein Potenzial aus Kleinwasserkraft von rund 1'600 GWh/a.

Die Potenziale aus Kleinwasserkraft sind in der Tabelle 3 zusammengefasst (in GWh/a). Detaillierte Angaben zu den Potenzialen in den einzelnen Kantonen sind im Anhang 3 ersichtlich.

	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Total Kleinwasserkraft	1'290	1'600

Tabelle 3 – Potenzial Kleinwasserkraft in GWh/a

5.4 Um- und Ausbauten Grosswasserkraft

Die Steigerung der Wasserkraftproduktion mittels Um- und Ausbauten bestehender Anlagen ist bei allen befragten Parteien breit akzeptiert, da sie aus ökologischer Sicht vergleichsweise wenig bedenklich oder teilweise sogar mit Aufwertungen verbunden ist. Dies gilt nicht für Staumauererhöhungen und die Erschliessung neuer Zuflüsse. Dazu sind in der Regel zusätzliche Eingriffe in die Umwelt erforderlich. Das vom BFE im Faktenblatt vom 10. Juni 2011 veröffentlichte Potenzial aus Um- und Ausbauten von 2'400 GWh/a wird von den meisten Befragten als zu hoch eingestuft. Der SWV schätzt das Potenzial abhängig von den Nutzungsbedingungen auf zusätzliche 1'000 bis 3'000 GWh/a, allerdings sind darin bekannte Erweiterungsprojekte wie Zinal, Oberaletsch, Grimsel etc. enthalten, die in dieser Studie unter der Rubrik Grosswasserkraft verzeichnet und ausserdem aus ökologischen Gesichtspunkten umstritten sind. Eine Schätzung der EPFL²⁵ geht von einem realistischen Potenzial von 1'800 GWh/a bis 2050 aus.

Mit der – meist altersbedingten – Erneuerung oder dem Ersatz alter Turbinen und Generatoren durch neuere mit höherem Wirkungsgrad sind Effizienzsteigerungen verbunden. Die spezifischen Kosten für die Mehrproduktion durch diese Wirkungsgradverbesserungen sind klein, weil die Maschinen ohnehin ersetzt werden müssen. Negative Einflüsse auf die Umwelt ergeben sich keine. Der SWV schätzt das langfristige Potenzial aus Ausrüstungsersatz auf rund 500 GWh/a. Das Potenzial für zusätzliche Stromproduktion aus Höherstau und Flussaustiefungen bei Niederdruck-Laufkraftwerken beträgt ge-

²⁵ Rückmeldung von Prof. Dr. Anton Schleiss (EPFL).



mäss Laufer et al. (2004) rund 200 GWh/a.²⁶ Bezüglich Staumauererhöhungen und der Erschliessung neuer Zuflüsse gehen Laufer et al. (2004) von einer zusätzlich möglichen Produktion von 940 GWh/a aus. Allerdings entspricht dieser Wert einem technischen Potenzial, welches die mit Staumauererhöhungen und neuen Wasserfassungen verbundenen negativen ökologischen Auswirkungen ausblendet. Ausserdem werden die bekannten Erweiterungsprojekte (Zinal, Oberaletsch und Lugnez) in diesem Bericht unter der Rubrik Grosswasserkraft geführt. Für die vorliegende Abschätzung wurde deshalb zuerst die Produktion dieser Projekte von den 940 GWh/a aus der Laufer-Studie in Abzug gebracht. Für die verbleibenden (unbekannten) Projekte mit einer Produktion von ca. 670 GWh/a wurde danach eine Realisierungswahrscheinlichkeit von 25% angenommen. Daraus ergibt sich ein Potenzial aus Staumauererhöhungen und der Erschliessung neuer Zuflüsse von rund 170 GWh/a. Effizienzsteigerungen mittels Stollenaufweitungen²⁷ schliesslich sind unter den heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht rentabel. Die Gesteungskosten liegen gemäss Aussagen der Betreiber deutlich über den wirtschaftlich vertretbaren 10-12 Rp./kWh. Deshalb liegt dieses Potenzial heute brach.

Das Potenzial aus Ausrüstungsersatz sowie aus Höherstau und Flussaustiefungen entspringt technischen Überlegungen und erfährt unter optimierten Nutzungsbedingungen keine Änderung. Bei Staumauererhöhungen und der Erschliessung neuer Zuflüsse wurde die Realisierungswahrscheinlichkeit der unbekanntenen Projekte – analog dem Vorgehen beim Potenzial aus Grosswasserkraft (vgl. Kapitel 5.2) – um 25 Prozentpunkte angehoben. Werden Stollenaufweitungen durch steigende Strompreise rentabel oder werden sie vom Bund finanziell gefördert, lassen sich gemäss Schätzungen des SWV rund 500 GWh/a an zusätzlichem Potenzial verwirklichen.

Tabelle 4 zeigt die Potenziale aus Um- und Ausbauten von Grosswasserkraftwerken in zusammengefasster Form (in GWh/a).

	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Ausrüstungsersatz	500	500
Höherstau und Flussaustiefungen	200	200
Staumauererhöhungen und Erschliessung neuer Zuflüsse	170	330
Stollenaufweitungen	0	500
Total Um- und Ausbauten	870	1'530

Tabelle 4 – Potenzial Um- und Ausbauten in GWh/a

5.5 Auswirkungen des Gewässerschutzgesetzes

In der Bundesverfassung ist festgehalten, dass der Bund Vorschriften über die Sicherung angemessener Restwassermengen zu erlassen hat.²⁸ Dieser Auftrag wurde mit den Artikeln 31 bis 33 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) vom 24. Januar 1991 umgesetzt. Artikel 31 legt Mindestrestwassermengen fest, welche gemäss den in Artikel 32 aufgezählten Fällen von den Kantonen unterschritten

²⁶ Vgl. Boes (2011). R. Boes schätzt in seinem Artikel das Potential aus Anlagenoptimierungen bestehender Wasserkraftwerke ab (mit einem Schwerpunkt auf den Niederdruckanlagen im Mittelland). Eine grobe Analyse der in jüngerer Zeit bereits durchgeführten Um- und Ausbauten und eine Extrapolation der dabei erreichten Produktionssteigerungen auf die verbleibenden Anlagen ergab ein gesamtschweizerisches Potenzial von rund 700 GWh/a, wobei in diesen Berechnungen noch einige Kleinwasserkraftwerke mitberücksichtigt sind.

²⁷ Stollenaufweitungen ermöglichen Effizienzsteigerungen durch die Reduktion von Reibungsverlusten. Vgl. Molinari et al. (2011).

²⁸ Art. 76 Abs. 3 BV.



werden können. Artikel 33 verlangt in einer Interessenabwägung die Prüfung, ob die Mindestrestwassermengen allenfalls zur Sicherung angemessener Restwassermengen erhöht werden müssen (z. B. wenn Schutzgebiete betroffen sind). Die Restwassermengen gemäss Artikel 31 bis 33 sind seit Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes am 1. November 1992 bei Neukonzessionierungen oder bei Erneuerungen bestehender Konzessionen einzuhalten, was sich tendenziell negativ auf die Stromproduktion der betroffenen Kraftwerke auswirkt. Seit der Revision des Gewässerschutzgesetzes vom 1. Januar 2011 sind zusätzliche Ausnahmen von den Mindestrestwassermengen zugelassen, was die Produktionseinbussen leicht abschwächen dürfte. Ein grosser Teil der gegenwärtigen Konzessionen wird zwischen 2030 und 2050 ablaufen.

Im Rahmen der Volksabstimmung zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 17. Mai 1992 hat der Bundesrat geschätzt, dass sich die damalige Wasserkraftproduktion von ca. 33'000 GWh/a aufgrund der verlangten Mindestrestwassermengen gemäss Artikel 31 bis 2070 um knapp 6% (ca. 2'000 GWh/a) reduzieren werde. Eine Reduktion in derselben Grössenordnung wurde von den Massnahmen der Kantone infolge der Interessenabwägung gemäss Artikel 33 erwartet.²⁹ Insgesamt hätte dies eine Minderproduktion von rund 4'000 GWh/a bis 2070 bedeutet. Zwischen 1992 (Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes) und 2002 wurden 56 Konzessionen an Wasserkraftwerke erteilt. Eine entsprechende Analyse durch das damalige Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) hat gezeigt, dass die tatsächliche Minderproduktion bei diesen Kraftwerken ca. 3.5% betrug. Der im Vergleich zu den Annahmen von 1992 (12%) tiefe Wert lässt sich einerseits dadurch erklären, dass bis 2002 relativ viele Flusskraftwerke im Mittelland und nur wenige grosse Kraftwerke aus dem Alpenraum neukonzessioniert wurden.³⁰ Andererseits lassen die Resultate der Analyse vermuten, dass die Mindestrestwassermengen im Rahmen der Interessenabwägung gemäss Artikel 33 nur selten erhöht wurden, da die Kantone die wirtschaftlichen Interessen offenbar stärker gewichtet haben als die ökologischen. In nicht wenigen Fällen wurde ausserdem die Ausnahmeregelung aus Artikel 32 in Anspruch genommen, wodurch die infolge der Interessenabwägung gemäss Artikel 33 erfolgte Minderproduktion insgesamt wieder kompensiert wurde. Der Bundesrat hat im Jahr 2003 aus diesen Resultaten geschlossen, dass die Einbussen, welche der Stromproduktion infolge der Restwasserbestimmungen bis 2070 erwachsen werden, 2'000 GWh/a kaum übersteigen dürften.³¹ Die seither eingereichten Konzessionsgesuche³² sowie eine neuere Studie von Uhlmann und Wehrli (2006) stützen diese Annahme.

Im Faktenblatt des BFE vom 10. Juni 2011 wurde davon ausgegangen, dass die Restwasserbestimmungen bei Neukonzessionierungen moderat umgesetzt und die Kantone vermehrt von Artikel 32 (Ausnahmen) Gebrauch machen würden. Im Ergebnis schätzte man die Minderproduktion bis 2050 auf 700 GWh/a.³³ Die weiteren Untersuchungen vermochten die Annahmen im Faktenblatt nicht in allen Punkten zu stützen. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass die Kantone auch nach der Revision des Gewässerschutzgesetzes bezüglich der Ausnahmen von den Mindestrestwassermengen kaum Spielraum haben und dass das Instrument der Schutz- und Nutzungsplanung (SNP) wenig zusätzliches Potenzial ermöglichen kann. Es muss deshalb davon ausgegangen werden, dass die Einbussen, wie vom Bundesrat im Jahr 2003 geschätzt, rund 2'000 GWh/a bis 2070, resp. rund 1'800 GWh/a bis 2050 betragen werden. Die zusätzlichen Ausnahmen gemäss der Revision des Gewässerschutzgesetzes vermögen die Produktionseinbussen um 200 GWh/a zu schmälern.³⁴ Ausser-

²⁹ Kummer (2002).

³⁰ Die Pflicht zur Einhaltung der Mindestrestwassermengen ist bei Flusskraftwerken ohne Ausleitung nicht relevant. Werden bei der Stichprobe nur die Ausleitkraftwerke (ohne Flusskraftwerke) betrachtet, fällt die Minderproduktion mit 7.3% einiges höher aus.

³¹ Antwort des Bundesrates auf die Motion Speck vom 20. März 2003.

³² Die Statistik bezüglich Minderproduktion wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Wasser, laufend nachgeführt.

³³ BFE (2011).

³⁴ UREK-S (2008), S. 21.



dem können die Verluste, welche seit Ende 1992 aufgrund der Mindestrestwassermengen bereits angefallen sind, zum Potenzial addiert werden, da diese Einbussen bereits in der Statistik auftauchen. In der Summe ergibt sich eine Minderproduktion von 1'400 GWh/a bis 2050.³⁵

Tabelle 5 zeigt die Auswirkungen des Gewässerschutzgesetzes auf das Wasserkraftpotenzial in zusammengefasster Form (in GWh/a).

	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Zu erwarten bis 2050	- 1'800	- 1'800
Revision GSchG 2011	+ 200	+ 200
Bereits umgesetzt	+ 200	+ 200
Total Produktionsverlust	- 1'400	- 1'400

Tabelle 5 – Auswirkungen Gewässerschutzgesetz in GWh/a

5.6 Klimawandel und Wasserkraft

Die Klimaänderung und die damit verbundenen Veränderungen des Wasserkreislaufs können die Wasserkraftnutzung stark beeinflussen. Im Rahmen der Energieperspektiven 2035 wurde mit einem diesbezüglichen schweizweiten Produktionsverlust von 7% (rund 2'000 GWh/a) bis 2035 gerechnet.³⁶ Dieser Wert wurde in das Faktenblatt des BFE vom 10. Juni 2011 übernommen.

Ein Forschungsprojekt unter der Leitung des Geographischen Instituts der Universität Bern (GIUB) und der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) hat im Herbst 2011 neue Erkenntnisse gewonnen.³⁷ Die in zwölf Fachberichten zusammengefassten Resultate zeigen, dass durch den Klimawandel insbesondere über dem Alpenbogen eine Zunahme der Temperaturen bis 2100 zu erwarten ist und dass die Jahresniederschläge auf der Alpennordseite zu- und auf der Alpensüdseite abnehmen werden. Die Verringerung betrifft vor allem die Sommermonate. Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen werden zunehmen und bis 2100 werden die Schweizer Gletscher zu einem grossen Teil geschmolzen sein. Die dabei neu entstehenden Gletscherseen könnten langfristig zusätzliches Potenzial für die Wasserkraftnutzung bieten. Mittels zahlreicher Fallstudien wurde festgestellt, dass die Stromproduktion in den hoch gelegenen Speicherkraftwerken langfristig zurückgehen, die Erzeugung der Kraftwerke in niedrigeren Gebieten jedoch zunehmen wird. Die Gründe dafür sind grössere Abflüsse aus den Alpen sowie eine zeitliche Verlagerung der Produktion in die Wintermonate. Detaillierte Hochrechnungen für die gesamte Schweiz ergeben einen Produktionszuwachs von 700 GWh/a bis 2050 (+1.9 %), in einem pessimistischen Szenario sind es 300 GWh/a (+0.9 %).³⁸ Auswirkungen von Extremereignissen sind nicht berücksichtigt, ausserdem werden für die Zeit nach 2050 keine Aussagen gemacht. Auf Grund der erheblichen Modellunsicherheiten kommen die Autoren der Studie zum Schluss, dass sich die mittlere Stromproduktion aus der Wasserkraftnutzung gegenüber heute nicht wesentlich verändern wird.

³⁵ Es gibt diverse Studien, die sich mit den Auswirkungen des Gewässerschutzgesetzes auf die Stromproduktion befassen. Insbesondere Elektrowatt (1987) und Schleiss (2007) weisen deutlich höhere Verluste aus. Die Diskrepanz entspringt einer unterschiedlichen Einschätzung bezüglich der Einbussen, welche aufgrund der Interessenabwägung durch die Kantone gemäss Artikel 33 entstehen könnten. SGS (1996), KOWA (1993) sowie die neueren Studien von Econcept et al. (2004) und Uhlmann und Wehrli (2006) stützen die Annahmen des vorliegenden Berichts.

³⁶ BFE (2007c).

³⁷ Eine Übersicht über die Resultate findet sich in: Wasser Energie Luft, 103. Jahrgang, 2011, Heft 4.

³⁸ Hänggi et al. (2011). Eine neue und unabhängige Studie aus Österreich stützt diese Ergebnisse. Vgl. ZAMG, TU Wien (2010).



Unter Berücksichtigung der oben genannten Forschungsergebnisse wird in der vorliegenden Potenzialabschätzung davon ausgegangen, dass die Klimaänderung bis 2050 keinen Einfluss auf die mittlere jährliche Stromproduktion aus Wasserkraft haben wird.

5.7 Die Potenziale im Überblick

Aus den Resultaten der vorhergehenden Kapitel ergibt sich für die Schweiz bis 2050 ein Ausbaupotenzial der Wasserkraft von 1'530 bis 3'160 GWh/a. Ausgehend von der heutigen Produktionserwartung (35'820 GWh/a) ergibt dies eine erwartete Produktion von 37'350 bis 38'980 GWh/a. Die Tabelle 6 zeigt einen Überblick über die Potenziale.

	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Neubauten Grosswasserkraft	770	1'430
Kleinwasserkraft	1'290	1'600
Aus- und Umbauten, Erweiterungen Grosswasserkraft	870	1'530
Auswirkungen GSchG	- 1'400	- 1'400
Total Wasserkraftpotenzial	1'530	3'160

Tabelle 6 – Total Wasserkraftpotenzial in GWh/a

6 Fazit

Der Bundesrat erachtet den Ausbau der Wasserkraft als wichtigen Beitrag zur zukünftigen Stromversorgung der Schweiz. Die vorliegende Studie wurde mit dem Ziel durchgeführt, die im Rahmen der Energiestrategie 2050 anvisierte Richtgrösse von 4 TWh/a für die Steigerung der Wasserkraftnutzung bis 2050 zu plausibilisieren. Wo möglich, wurden die Potenziale anhand konkreter Projekte abgeschätzt. Die ausgewiesenen Zahlen dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die tatsächliche Umsetzung mit hohen Unsicherheiten verbunden ist. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen hängen z. B. massgebend von der Entwicklung der Strompreise ab. Im Rahmen der Energiestrategie 2050 wird von steigenden Energiepreisen ausgegangen.

Die Resultate der Studie zeigen, dass das Potenzial der Wasserkraftnutzung beschränkt ist. Es sind nicht nur ökologische, sondern auch wirtschaftliche, gesellschaftliche und raumplanerische Hemmnisse, welche dem Ausbau in der dichtbesiedelten Schweiz Grenzen setzen. Nach Anhörung aller relevanten Akteure und betroffenen Interessengruppen kommt das BFE zum Schluss, dass das Wasserkraftpotenzial der Schweiz unter heutigen Nutzungsbedingungen rund 1.5 TWh/a beträgt. Unter optimierten Nutzungsbedingungen – welche zwar keine Lockerung der Umwelt- und Gewässerschutzbestimmungen, aber eine Verbesserung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen voraussetzt – kann die Wasserkraftnutzung bis 2050 um 3.2 TWh/a ausgebaut werden.

Das UVEK geht davon aus, dass ein nachhaltiger und umweltverträglicher Ausbau der Wasserkraftnutzung von 3.2 TWh/a bis 2050 möglich ist. Im Rahmen der Energiestrategie 2050 wird dieser Wert deshalb als neue Richtgrösse für die Steigerung der Wasserkraftnutzung verwendet. Die Energieperspektiven werden entsprechend aktualisiert.



7 Literatur

- BAFU, BFE, ARE (2011). Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke.
- BFE (2007a). Die Energieperspektiven 2035 – Band 1, Synthese.
- BFE (2007b). Elektrizität aus Wasserkraft. In: Die Energieperspektiven 2035 – Band 4, Exkurse, S. 101-115.
- BFE (2007c). Einfluss der Klimaerwärmung. In: Die Energieperspektiven 2035 – Band 4, Exkurse, S. 31-46.
- BFE (2008). Strategie Wasserkraftnutzung Schweiz.
- BFE (2011). Energieperspektiven 2050: Abschätzung des Ausbaupotenzials der Wasserkraftnutzung unter neuen Rahmenbedingungen. Faktenblatt vom 10.06.2011.
- Boes, Robert M. (2011). Potenziale und Grenzen der Wasserkraft – Was bringen Anlagenoptimierungen? In: Natur und Mensch, 4/2011, S. 24-28.
- Broggi, Mario F.; Reith, Wolf (1984). Beurteilung von Wasserkraftprojekten aus der Sicht des Natur- und Heimatschutzes.
- BWG (1997). Erneuerungs- und Erweiterungspotential der Wasserkraftwerke in Graubünden. Studienbericht Nr. 7.
- BWG (2000). Erneuerungs- und Erweiterungspotential der Wasserkraftwerke im Kanton Wallis. Studienbericht Nr. 11.
- Desserich + Funk, Dipl. Ing. ETH/SIA, Ingenieurbüro (1987). Energiepotential aus Kleinwasserkraftwerken.
- Econcept, Consentec und Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft RWTH (2004), im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Windenergie und schweizerischer Wasserkraftpark.
- Econcept (2006), im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Strategie Wasserkraftnutzung Schweiz: Grundlagen und strategische Ansatzpunkte.
- Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG (1987), im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft. Studie über den Ausbau der Wasserkraft in der Schweiz.
- Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG (1987), im Auftrag des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes. Einfluss der Reduktion der Mindestmenge für kleine Gewässer auf die Energieeinkünften bei den Wasserkraftanlagen aufgrund Kapitel 2 „Sicherung angemessener Restwassermengen“ des Revisionsentwurfes des Gewässerschutzgesetzes (Botschaft vom 29. April 1987).



- Ernst Basler + Partner (2010), im Auftrag des WWF Schweiz. Kleinwasserkraft – zusätzliches Potenzial an ökologisch geeigneten KEV-Standorten, Schlussbericht.
- Hänggi, Pascal; Weingartner, Rolf; Balmer, Markus (2011). Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung in der Schweiz 2021-2050 – Hochrechnung. In: Wasser Energie Luft, 103. Jahrgang, 2011, Heft 4, S. 300-307.
- Hemund, Carol (2009), im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Erhebung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz: Methodik zur ganzheitlichen Bestimmung unter Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren, Jahresbericht.
- Hirschberg, Stefan et al. (2005). Neue erneuerbare Energien und neue Nuklearanlagen: Potenziale und Kosten, PSI Bericht Nr. 05-04.
- Konfliktlösungsgruppe Wasserkraft, KOWA (1993). Produktionspotenziale aus Umbauten von Wasserkraftanlagen. Arbeitsgruppenbericht im Rahmen von Energie 2000.
- Kummer, Manfred (2002). Energieminderproduktion bei Wasserkraftwerken aufgrund der Restwasserbestimmungen im Gewässerschutzgesetz/GSchG.
- Lauer, Fred; Grötzing, Stephan; Peter, Marco; Schmutz Alain (2004), im Auftrag des Bundesamtes für Energie und des Bundesamtes für Wasser und Geologie. Ausbaupotenzial der Wasserkraft.
- Molinari, Peter; Bernegger, Walter (2011). Alternative Wege zur Erhöhung der Produktion aus Wasserkraft: Überlegungen zu Potenzial und Kosten einer Vergrößerung von Druckstollen am Beispiel von Ova Spin – Pradella. In: Bulletin SEV/VSE, 12/2011, S. 8-11.
- Prognos (2011), im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates, Aktualisierung der Energieperspektiven 2035 (energiewirtschaftliche Modelle), Bericht.
- Schleiss, Anton (2007). L'hydraulique suisse: Un grand potentiel de croissance par l'augmentation de la puissance. In: Bulletin SEV/AES, 2/2007, S. 24-29.
- Schweizerische Greina-Stiftung, SGS (1996). Neue SGS-Energiestudie 1996-2070: Marktwirtschaft im Schweizer Landschafts- und Gewässerschutz, 10 Schwerpunkte.
- Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, SWV (1987). Der mögliche Beitrag der Wasserkraft an die Elektrizitätsversorgung der Schweiz. In: Wasser, Energie, Luft, 79. Jahrgang, 1987, Heft 9.
- Uhlmann, Viviane; Wehrli, Bernhard (2006). Wasserkraftnutzung und Restwasser: Standortbestimmung zum Vollzug der Restwasservorschriften.
- UREK-S (2008). Parlamentarische Initiative Schutz und Nutzung der Gewässer, Vorentwurf und erläuternder Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerates, vom 18. April 2008 (07.492).
- ZAMG, TU Wien (2010), im Auftrag von Bund und Ländern. Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft.



Anhang 1:

Detaillierte Rückmeldungen zu Hemmnissen und Vorschläge zu deren Überwindung

a. Ökologische Hemmnisse und Vorschläge zu deren Überwindung

Als Hemmnisse wurden genannt:

- Bei der Interessenabwägung, insbesondere im Bereich der Grosswasserkraftanlagen, wird den Schutzinteressen ein sehr hohes Gewicht beigemessen.
- Projekte in Schutzgebieten, insbesondere in BLN-, VAEW- und UNESCO-Gebieten, werden kategorisch ausgeschlossen.
- Kleinwasserkraftwerken wird aufgrund des geringen Beitrags der einzelnen Anlage zur Gesamtproduktion ein nationales Interesse a priori abgesprochen.
- Die „Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke“ von BAFU, BFE und ARE wird von verschiedenen kantonalen Stellen als zu restriktiv bewertet.³⁹
- Die Umsetzung von Kompensations- und Ersatzmassnahmen gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) ist verbesserungsfähig. Die Referenzierung auf den natürlichen Ausgangszustand einer Gewässerstrecke ist unklar und führt zu langwierigen Diskussionen und Abklärungen. Die Umsetzung von Kompensations- und Ersatzmassnahmen ist zudem zeitlich und räumlich zu starr geregelt. Der Landbedarf dieser Massnahmen hat oft Konflikte mit angrenzenden Nutzungen durch Dritte zur Folge.

Folgende Vorschläge zur Überwindung von Hemmnissen wurden genannt:

- Damit eine Interessenabwägung zwischen Schutz und Nutzung bei Einzelprojekten möglich ist, hat der Bund zu definieren, bei welcher Produktionsmenge ein nationales Interesse geltend gemacht werden kann. Dabei ist neben dem energiewirtschaftlichen Interesse auch das Interesse am Klimaschutz zu berücksichtigen.
- Die Opposition gegen Kleinwasserkraftprojekte soll bereits während der Vorprojektphase durch eine Filterung nach Machbarkeitskriterien und den frühen Einbezug der interessierten Kreise reduziert werden. Dies kann auf verschiedene Art und Weise geschehen: frühzeitige Projektbewertung mittels Informatiktool, Beurteilung durch Experten mit anschliessender Machbarkeitseinschätzung des Projekts durch eine Kommission, in der die interessierten Kreise vertreten sind, Kategorisierung des Gewässernetzes für die Wasserkraftnutzung nach technischen, ökologischen, sozialen und ökonomischen Gesichtspunkten, etc.
- Eine integrale Planung über das Kantons- oder Einzugsgebiet mit expliziter, eventuell richtplanerischer Festlegung von zu nutzenden und zu schützenden Gewässerstrecken bildet die umfassendste Variante, um den Ausbau der Kleinwasserkraft zu koordinieren und damit Konflikte frühzeitig zu vermeiden.
- Energetisch zu nutzende Flächen von Schutzgebieten sollen unter Vornahme einer umfassenden Interessenabwägung einem Schutzgebiet-Sonderstatus zugewiesen werden.
- Eine zweckgebundene finanzielle Entschädigung anstelle der heutigen Praxis könnte bei der Umsetzung von Kompensations- und Ersatzmassnahmen zur Vermeidung von Landkonflikten beitragen.

³⁹ Vgl. BAFU, BFE, ARE (2011).



b. Wirtschaftliche Hemmnisse und Vorschläge zu deren Überwindung

Als Hemmnisse wurden genannt:

- Die bestehende Förderung über die KEV ist aus Effizienzsicht umstritten, da Projekte unabhängig von den Gestehungskosten unterstützt werden.
- Durch die aktuelle Subventionspolitik mit finanzieller Förderung einzelner Produktionsarten und ohne Beachtung von Kosten-Nutzen-Verhältnissen oder erzielter Wirkung werden die Investitionsanreize staatlich einseitig gesteuert. Das beeinflusst zwangsläufig die Rentabilität und damit Investitionsentscheide bei anderen Produktionsarten. Dies betrifft namentlich die Wasserkraft.
- Die ökologischen Anforderungen an Wasserkraftprojekte einschliesslich der erforderlichen Ersatz- und Kompensationsmassnahmen wirken sich kostentreibend aus, insbesondere bei den Kleinwasserkraftwerken.
- Kostentreiber sind ausserdem die Länge der Verfahren im Rahmen der KEV sowie hohe Forderungen von Grundeigentümern.
- Die Regelungen des Heimfalls, die kurzen Restlaufzeiten von Konzessionen und der Umgang mit Anlagerestwerten blockieren Sanierungen und Erweiterungen bestehender Kraftwerke.
- Die Eigentumsstrukturen im Elektrizitätssektor können zu Effizienzeinbussen führen. Ein Beispiel dafür wäre, dass ein Kanton die Erneuerung einer Konzession nicht für den effizientesten Betreiber ausschreibt, sondern das kantonseigene Elektrizitätswerk vorzieht.
- Die hohen Gebühren einer Neukonzessionierung sowie die damit fällige Heimfallentschädigung hemmen bescheidene Ausbaumassnahmen.

Folgende Vorschläge zur Überwindung von Hemmnissen wurden genannt:

- Zur Effizienzsteigerung des KEV-Systems liegen diverse Vorschläge vor: Einführung einer Leistungsuntergrenze von 300 kW zur Entlastung von Umwelt und Behörden (allenfalls mit Ausnahme von Dotier- und Trinkwasserkraftwerken sowie weiteren Anlagen in naturfremden Gewässern), Einführung eines Gesamtwirkungsgrads oder der Gestehungskosten als Qualitätskriterium, differenziertere Ausgestaltung des Druckstufen-Bonus für Gefälle kleiner als 5m, um vorhandene Potenziale freizusetzen, Überarbeitung der Vergütungskurven, Aufhebung der Benachteiligung von Anlagen mit grösserer Fallhöhe etc.
- Die heute oft unzulängliche Qualität von Gesuchen für die KEV soll verbessert und die Erarbeitung der Gesuche professionalisiert werden.
- Durch die Ausweitung der Fördergelder auf den Ausbau von Anlagen mit einer Leistung grösser 10 MW kann die Effizienz des Fördersystems verbessert werden. Die Unterstützung von Um- und Ausbauten ist aus ökologischer Sicht wenig problematisch.
- Durch die Ausweitung der Fördergelder auf kleinere Anlagen können zusätzliche Potenziale im Bereich der Kleinwasserkraft umgesetzt werden.
- Durch eine generelle Erhöhung der Fördermittel und der KEV-Sätze können zusätzliche Anlagen im Bereich der Kleinwasserkraft realisiert werden. Die zusätzlichen Fördermittel könnten zur Finanzierung ökologischer Massnahmen eingesetzt werden.
- Kleine Anlagen könnten durch eine Reduktion der Wasserzinsen unterstützt werden.
- Eine klare und faire Regelung bei Konzessionserneuerungen und Restwertentschädigungen ist Voraussetzung für den Um- und Ausbau bestehender Anlagen.
- Der Investitionsstau vor Konzessionsablauf soll mit geeigneten Förderinstrumenten angegangen werden.
- Als zusätzliche künftige Finanzierungsmöglichkeiten für Kleinwasserkraftanlagen abseits der finanziellen Förderung durch die öffentliche Hand werden erwähnt: CO₂-Kredite aus Kleinwasserkraft zu Gunsten der Kompensation von CO₂-Emissionen aus fossiler Stromproduktion, ein Quotenmodell



mit handelbaren Grünen Zertifikaten als Instrument für die post-KEV-Periode, oder ein "programmatic labelling" (Zertifizierung anhand von Referenzanlagen) für Kleinwasserkraftwerke.

c. Raumplanerische Hemmnisse und Vorschläge zu deren Überwindung

Als Hemmnisse wurden genannt:

- Der Hochwasserschutz in Gebieten mit hoher Nutzungsdichte und die Sicherstellung der Grundwasserversorgung verhindern Wasserkraftprojekte.
- Bei Projekten, die Ersatz- und Kompensationsmassnahmen auf angrenzendem Land erfordern, treten Konflikte mit den nutzungsberechtigten Anrainern auf.
- Die Kombination von Energieproduktion und Schwallrückhalt nutzt Synergien, führt aber auch zu raumplanerischen Konflikten, zumal grosse Volumina erforderlich sind und Schwallrückhaltebecken oft in Tälern mit beschränkt verfügbarem Platz erstellt werden müssen.
- Einzelne Befragte kritisieren, dass bei der Kleinwasserkraft eine Abstimmung im Richtplan oft fehlt. Zudem ist die Geltungsfrist von Richtplänen kürzer als diejenige von erteilten Konzessionen.
- Auf kantonaler Ebene fehlen Instrumente, welche Ausgleichszahlungen von einem genutzten zu einem zu schützenden Gewässer erlauben.

Als Vorschläge zur Überwindung der Hemmnisse wurden genannt:

- Eine integrale Planung unter Einbezug aller betroffenen Gruppen ermöglicht Kompromisse.
- Die richtplanerische Festlegung von Schutz- und Nutzungsplanungen ermöglicht zusätzliche Potenziale.
- Instrumente, um die Gewässer verbindlich und langfristig in zu schützende und zu nutzende Strecken einzuteilen, können zusätzliche Kompromisse ermöglichen.

d. Gesellschaftliche Hemmnisse und Vorschläge zu deren Überwindung

Als Hemmnisse wurden genannt:

- Fehlende Akzeptanz und mangelnder politischer Wille hemmen den Ausbau der Wasserkraft. Eine breite Debatte über die Rolle der Wasserkraft für die Energieversorgung wurde bisher nicht geführt.
- Die Fronten zwischen Schutz- und Nutzungsinteressen verhindern eine sachliche Diskussion und transparente Planung. Kraftwerksbetreiber und Projektanten sehen sich zum Beispiel nicht in der Lage, sämtliche Projekte offenzulegen, was mit der Konkurrenzsituation, aber auch mit der umgehenden Unterschutzstellung von Gebieten und der Torpedierung von Projekten durch Umweltschutzorganisationen begründet wird. Das intransparente Vorgehen wiederum wird von den Umweltschutzorganisationen kritisiert.
- Bei Projekten, bei denen der Nutzen und die entstehenden Schäden verschiedene Gemeinden oder Kantone betreffen, können Einigungsprobleme auftreten, insbesondere wenn die Auswirkungen asymmetrisch verteilt sind.
- Wo verschiedene Kraftwerksgesellschaften beteiligt sind, verhindern Streitigkeiten bezüglich Gewinn-/Ertragsaufteilung geplante Projekte, auch bei gegebener Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.

Als Vorschläge zur Überwindung von Hemmnissen wurden genannt:

- In der Interessenabwägung muss der Stromproduktion aus Wasserkraft mehr Gewicht beigemessen werden.



- Es braucht eine umfassende Definition des nationalen Interesses an der Energieproduktion aus Wasserkraft, die nicht nur wirtschaftliche Aspekte, sondern auch Versorgungssicherheit und Klimaschutz einbezieht.
- Es braucht eine transparentere, faktenbasierte Debatte anstelle von Lobbying und emotionalen Diskussionen. In die Diskussion über den Ausbau der Wasserkraft sollte auch der Vergleich mit alternativen Formen der Stromproduktion einfließen.
- Bei eigentums- und konzessionsrechtlichen sowie energiewirtschaftlichen Koordinationsproblemen soll der Bund eine Rolle übernehmen, um Blockaden zu lösen.
- Eine integrale Planung unter Einbezug aller Interessen kann zusätzliche Potenziale ermöglichen.

e. Verfahren und Bewilligungskompetenzen

Als Hemmnisse wurden genannt:

- Kantonale Behörden, das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und die Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK) übernehmen vielfach dieselben Aufgaben (Doppelspurigkeiten).
- Gebühren, Konzessionsvergaben und Heimfallentschädigungen sind oft unklar und kantonal sehr unterschiedlich geregelt.
- Bei Erweiterungen von Kraftwerken ist zum Teil unklar, ob eine Neukonzessionierung erforderlich ist, oder ob eine Konzessionserweiterung ausreicht.

Als Vorschläge zur Überwindung von Hemmnissen wurden genannt:

- Das Verfahren zur Bewilligung einer Schutz- und Nutzungsplanung (SNP) soll ins reguläre Konzessions- und Bewilligungsverfahren integriert werden können. Die Bewilligungsfrist von SNPs soll auf einen Monat verkürzt werden, da sämtliche Aufgaben vom UVEK übernommen werden. Aus demselben Grund soll die Bewilligung nicht durch den Gesamtbundesrat, sondern nur durch das UVEK erfolgen.
- Die Sonderprüfung durch die ENHK soll abgeschafft werden. Eine weniger weitergehende Forderung will, dass bei Einverständnis der ENHK Fassungen in BLN-Gebieten unbestritten sein sollten.
- Um die Behörden von administrativem Aufwand zu entlasten, wird eine Erhöhung der Schwelle für die Anhörungspflicht beim BAFU von heute 300 kW auf 1'000 kW vorgeschlagen.
- Insbesondere bei der Kleinwasserkraft soll die Mitsprachemöglichkeit durch Interessenverbände bei erfolgten positiven Amtsberichten und erteilter Konzession reduziert werden.
- Für eine nationale Harmonisierung von Verfahren wird vorgeschlagen: One-stop Offices in den Kantonen, die Einführung von mehr e-governance sowie eine verstärkte Beratung im Small Hydro Programm des BFE.
- Für Behörden und Beschwerdeinstanzen sollen klare und, wo möglich, national harmonisierte Fristen gelten. Um eine rasche Bearbeitung von Gesuchen sicherzustellen, sollen die personellen Ressourcen bei den Behörden ausgebaut werden.
- Koordinierte Verfahren für Gruppen von Kleinwasserkraftwerken am selben Gewässerlauf anstatt nur für einzelne Kraftwerke sollen möglich sein.
- Die Behörden sollen bei Neukonzessionierungen ihre Einflussmöglichkeiten stärker wahrnehmen, indem sie z. B. zugunsten einer grösseren Produktion höhere Ausbauwassermengen fordern. Bei Restwassersanierungen sollen ohne Eingriff in die bestehende Konzession der Einbau von Dotierwasserturbinen und – wo ohne zusätzliche Umweltauswirkungen machbar – die Erhöhung der Ausbauwassermenge verlangt werden können.
- Das BFE soll klären, wann bei Erneuerungen und Umbauten eine neue Konzession erforderlich ist.



Anhang 2:

Projektliste Grosswasserkraft

(Angaben in GWh/a)

	Projektbezeichnung	Kanton	GWh/a	Heutige Nutzungsbedingungen		Optimierte Nutzungsbedingungen	
				RWK	Erwartungswert	RWK	Erwartungswert
1	KW Koblenz-Kadelburg*	AG/D	155	0	0	0	0
2	Eschi-Erlenbach	BE	80	0	0	0	0
3	Jaberg-Kiesen	BE	58	0	0	0	0
4	Barrage de Conflan*	GE/F	60	0.5	30	0.75	45
5	(Sils)-Rothenbrunnen-Reichenau	GR	150	0.5	75	0.75	112.5
6	Ems-Mastrils	GR/SG	150	0.25	37.5	0.5	75
7	Ilanz-Reichenau	GR	150	0.5	75	0.75	112.5
8	Küblis-Landquart	GR	220	0.75	165	1	220
9	Litzirüti-Pradapunt	GR	81	0.75	60.8	1	81
10	Martina-Prutz	GR	56	0.75	42	1	56
11	Naz-Bergün	GR	64	0.25	16	0.5	32
12	Roveredo	GR	101	0	0	0.25	25.3
13	Überleitung Lugnez	GR	85	0.75	63.8	1	85
14	KW am Alpenrhein*	SG/FL	81	0.25	20.3	0.5	40.5
15	Rhein-KW Oberriet-Widnau*	SG/A	115	0	0	0	0
16	Adduction de Zinal	VS	90	0	0	0.25	22.5
17	Gletsch-Oberwald	VS	38	0.75	28.5	1	38
18	Massongex-Bex-Rhône	VS/VD	90	0.75	67.5	1	90
19	Palier d'Illarsaz	VS/VD	90	0	0	0.25	22.5
20	Oberaletsch / Gebidem	VS	100	0.5	50	0.75	75
21	Randa Mattsand	VS	48	0.75	36	1	48
	Nicht weiter spezifizierte Projekte		1'000	0	0	0.25	250
	Total (GWh/a)		3'062		767		1'431

RWK = Realisierungswahrscheinlichkeit

* Bei Grenzkraftwerken ist jeweils nur der Schweizer Produktionsanteil berücksichtigt



Anhang 3:

Potenziale Kleinwasserkraft nach Kanton

(Angaben in GWh/a)

Kanton	Heutige Nutzungsbedingungen	Optimierte Nutzungsbedingungen
Aargau	25	25
Appenzell Ausserrhoden	3	3
Appenzell Innerrhoden	7	7
Basel-Landschaft	6	15
Basel-Stadt	1	1
Bern	220	220
Freiburg	37	48
Genf	1	1
Glarus	60	100
Graubünden	141	141
Jura	4	6
Luzern	20	30
Neuenburg	15	30
Nidwalden	50	50
Obwalden	53	70
Schaffhausen	7	8
Schwyz	8	13
Solothurn	6	6
St. Gallen	30	50
Tessin	70	70
Thurgau	37	42
Uri	190	190
Waadt	112	137
Wallis	150	300
Zug	5	5
Zürich	29	34
Total (GWh/a)	1'287	1'602